

## Folie und optisches Sicherungselement

Die Erfindung betrifft ein Substrat, insbesondere eine Folie, Prägefolie,  
10 Laminierfolie oder Stickerfolie, die über eine Trägerschicht und eine  
Replikationsschicht verfügt. Die Erfindung betrifft weiter ein optisches  
Sicherungselement zur Sicherung von Banknoten, Kreditkarten und dergleichen,  
das eine Replikationsschicht aufweist.

15 Im Bereich der Flüssigkristall-Display-Technik ist die Ausrichtung von  
Flüssigkristall-Polymeren (Liquid-Crystal-Polymers = LCP) an  
Orientierungsschichten bekannt. Hier wird zumeist eine Polyimid-Schicht durch  
einen mechanischen Bürstprozess ausgerichtet. In einem zweiten Prozessschritt  
werden Flüssigkristall-Polymere auf die Orientierungsschicht aufgebracht, die sich  
20 sodann an dieser Orientierungsschicht ausrichten.

Weiter wird in EP 1 227 347 die Ausrichtung von LCPs an einer  
Photopolymerschicht beschrieben.

25 Hierbei wird auf ein Substrat mittels eines Tintenstrahldruckers eine erste  
Orientierungsschicht aufgedruckt, die aus einem Photopolymer besteht, welches  
sich durch die Bestrahlung mit polarisiertem Licht in eine bestimmte  
Orientierungsrichtung ausrichten lässt. Diese Schicht wird nun mit polarisiertem  
Licht bestrahlt. Anschließend werden mittels eines Tintenstrahldruckers eine

Schicht aus einem Flüssigkristall-Material auf die Orientierungsschicht aufgebracht und Bedingungen geschaffen, unter denen sich das Flüssigkristall-Material ausrichtet. Anschließend wird die Flüssigkristall-Schicht mittels UV-Licht ausgehärtet.

5

Hierbei ist es auch möglich, dass zwei Orientierungsschichten übereinander auf ein Substrat aufgebracht werden können. Die beiden Schichten werden hierbei jeweils mit unterschiedlich polarisiertem Licht bestrahlt und dann fixiert, so dass sich Orientierungsschichten mit unterschiedlicher Orientierung ergeben, die  
10 übereinander angeordnet sind. Durch diese Mehrfachbeschichtung in Kombination mit einer entsprechenden musterförmigen Ausgestaltung der einzelnen übereinander angeordneten Photopolymerschichten sind Bereiche mit unterschiedlicher Orientierung erzielbar.

15

In WO 01/60589 wird vorgeschlagen, in eine Orientierungsschicht für LCD-Displays mittels eines Schneidewerkzeugs sich überkreuzende Rillen einzubringen. Hierdurch werden in diesem Bereich eine Orientierung eines Teils der Moleküle in der einen Richtung und eine Orientierung eines anderen Teils der Moleküle in der anderen Richtung erzielt.

20

Der Erfindung liegt nun die Aufgabe zugrunde, die Herstellung von optischen Sicherungselementen und/oder dekorativen Folien zu verbessern.

Die Erfindung wird durch ein Substrat, insbesondere eine Folie, Prägefolie, Laminierfolie oder Stickerfolie gelöst, die eine Trägerschicht, eine  
25 Replikationsschicht und eine Schicht aus einem Flüssigkristall-Material aufweist, die auf der Replikationsschicht aufgebracht ist, und bei der in die der Schicht aus einem Flüssigkristall-Material zugewandten Oberfläche der Replikationsschicht eine diffraktive Struktur zur Orientierung des Flüssigkristall-Materials eingeprägt  
30 ist, die zumindest zwei Teilbereiche mit unterschiedlichen Orientierungsrichtungen der eingepägten Struktur aufweist. Die Aufgabe wird weiter von einem optischen

Sicherungselement zur Sicherung von Banknoten, Kreditkarten und dergleichen gelöst, das eine Replikationsschicht und eine Schicht aus einem Flüssigkristall-Material aufweist, die auf der Replikationsschicht aufgebracht ist, und bei dem in die der Schicht aus einem Flüssigkristall-Material zugewandten Oberfläche der Replikationsschicht eine diffraktive Struktur zur Orientierung des Flüssigkristall-Materials eingeprägt ist, die zumindest zwei Teilbereiche mit unterschiedlichen Orientierungsrichtungen der eingeprägten Struktur aufweist.

Durch die Erfindung wird es ermöglicht, Flüssigkristalle in einem Bereich gezielt und mit hoher Präzision in unterschiedlichen Orientierungsrichtungen auszurichten, wodurch sich verschiedenartige optische Sicherungsmerkmale erzeugen lassen, die nur unter Polarisatoren sichtbar sind und damit offensichtliche, aber leicht detektierbare Eigenschaften aufweisen. Hierdurch lässt sich ein hohes Maß an Fälschungssicherheit erzielen. Weiter wird der Herstellungsprozess vereinfacht, beschleunigt und verbilligt. So ist es beispielsweise bei der Verwendung von Photopolymeren notwendig, zahlreiche, aufwendige Belichtungsschritte durchzuführen und/oder aufwendige Masken zu fertigen.

Als Flüssigkristall-Material sind hierbei Flüssigkristalle in monomerer und polymerer Form verwendbar.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen bezeichnet.

25

Besonders fälschungssichere optische Sicherheitsmerkmale lassen sich dadurch erzielen, dass die diffraktive Struktur einen mit der Schicht aus einem Flüssigkristall-Material beschichteten Bereich aufweist, in dem sich die Orientierungsrichtung der Struktur stetig ändert. Wird ein mittels einer solchen diffraktiven Struktur erzeugtes Sicherheitsmerkmal durch einen Polarisator mit beispielsweise rotierender Polarisationsrichtung betrachtet, so lassen sich

30

aufgrund der sich linear ändernden Polarisationsrichtung des Sicherheitselements verschiedene gut erkennbare Sicherheitsmerkmale, beispielsweise Bewegungseffekte, erzeugen.

- 5 Weiter ist es auch zweckmäßig, aneinander grenzende Bereiche, die mit der Schicht aus einem Flüssigkristall-Material beschichtet sind, mit unterschiedlichen Orientierungsrichtungen der diffraktiven Struktur vorzusehen.

- 10 Weiter ist es möglich, dass die diffraktive Struktur einen ersten Bereich zur Orientierung von Flüssigkristall-Material aufweist, der von der Schicht aus einem Flüssigkristall-Material bedeckt ist, und dass die diffraktive Struktur einen zweiten Bereich zur Erzeugung eines optischen Beugungseffekts, beispielsweise zur Erzeugung eines Hologramms oder eines Kinoforms, aufweist. Damit werden in ein und derselben Schicht nebeneinander ein auf Polarisationswirkung  
15 beruhendes Sicherheitsmerkmal und ein auf einem Beugungseffekt beruhendes Sicherheitsmerkmal erzeugt. Hierdurch lässt sich ein Sicherheitselement mit einem hohen Maß an Fälschungssicherheit gepaart mit niedrigen Produktionskosten erzielen. Mittels ein und desselben Verfahrensschrittes lässt sich hierdurch die Grundlage für zwei unterschiedliche optische Effekte legen.

20

- Besonders vorteilhaft ist es hierbei, dass die in dem ersten Bereich erzeugte Polarisationsdarstellung und eine in dem zweiten Bereich erzeugte holographische Darstellung einander ergänzende Darstellung bilden. Beispielsweise wird von der holographischen Darstellung ein Baum dargestellt,  
25 dessen Blätter von der Polarisationsdarstellung gebildet werden. Die Inhalte der Polarisationsdarstellung und der holographischen Darstellung ergänzen sich damit inhaltlich derart, dass eine Veränderung einer der Darstellungen sofort aus der anderen Darstellung sichtbar wird. Dadurch wird die Fälschungssicherheit weiter erhöht.

30

Weiter hat es sich als vorteilhaft erwiesen, eine diffraktive Struktur zu verwenden, die sich aus der Überlagerung einer ersten Struktur zur Erzeugung eines optischen Effektes und einer zweiten Struktur zur Orientierung des Flüssigkristall-Materials ergibt. Es hat sich gezeigt, dass eine ausreichende Orientierung der Flüssigkristallmoleküle durch die überlagerte zweite Struktur möglich ist, wenn diese zweite Struktur eine höhere Spatialfrequenz als die erste Struktur besitzt und/ oder eine größere Profiltiefe als die erste Struktur besitzt. Besonders gute Orientierungseffekte lassen sich hierbei erzielen, wenn die Spatialfrequenz der zweiten Struktur mindestens zehnmal höher als die Spatialfrequenz der ersten Struktur gewählt wird oder wenn die Spatialfrequenz der zweiten Struktur größer als 2500 Linien pro mm ist.

Durch die Anwendung dieses Grundprinzips sind eine Vielzahl neuartiger optisch variabler Elemente generierbar, die zum einen einen durch eine Makrostruktur, eine Mattstruktur, ein Hologram oder ein Kinoform erzeugten polarisationsunabhängigen optischen Effekt zeigen und zum anderen einen durch orientierte Flüssigkristalle generierten Polarisierungseffekt zeigen.

Durch die Kombination mit einer isotropen Mattstruktur (Streuung hat keine Vorzugsrichtung) ergibt sich der Vorteil, dass ein eventuell vorhandener Brechungsunterschied zwischen Replikationsschicht und Flüssigkristall-Material oder durch Störstellen in der Orientierung der Flüssigkristalle bewirkte Schleier oder Schatteneffekte kompensiert werden und nicht mehr sichtbar sind. Auch wird so ein zusätzlicher Kopierschutz geschaffen. Die Streuung des polarisierten Lichts verhindert die Erzeugung einer ausreichend fehlerfreien Orientierungsschicht durch ein auf Photopolymere gestütztes Belichtungsverfahren.

Weiter ist es zweckmäßig, dass die Schicht aus einem Flüssigkristall-Material die diffraktive Struktur lediglich bereichsweise musterförmig bedeckt. Hierdurch ergeben sich weitere Gestaltungsmöglichkeiten.

Als vorteilhaft hat es sich erwiesen, eine Schutzlackschicht vorzusehen, die die Schicht aus einem Flüssigkristall-Material bedeckt.

5 Weiter ist es vorteilhaft, die Profiltiefe der diffraktiven Struktur zu variieren und dies zur Erzeugung von Farbeffekten zu nutzen, die nur unter dem Polarisator sichtbar sind.

10 Gemäß eines bevorzugten Ausführungsbeispiels der Erfindung weist die Folie eine weitere Schicht mit einer weiteren optisch wirksamen diffraktiven Struktur auf oder es ist eine weitere wirksame diffraktive Struktur auf der der Schicht aus einem Flüssigkristall-Material abgewandten Oberfläche der Replikationsschicht eingeprägt. Durch diese optisch wirksame diffraktive Struktur lassen sich weitere Kombinationen von beugungsoptischen Sicherheitsmerkmalen  
15 und nur in polarisiertem Licht erkennbaren Sicherheitsmerkmalen erzielen. Überlagert die weitere optisch wirksame diffraktive Struktur die als Orientierungsschicht wirkende diffraktive Struktur bereichsweise, so ist eine Überlagerung derartiger Effekte erzielbar. Weiter kann durch passergenaue Anordnung der beiden diffraktiven Strukturen eine inhaltliche Ergänzung der von  
20 diesen Strukturen optisch dargestellten Informationen erzielt werden.

Eine weitere Möglichkeit zur Erhöhung der Fälschungssicherheit besteht darin, dass die Folie zusätzlich ein Dünnschichtsystem und/oder andere Sicherheitsfeatures, wie beispielsweise Teildemetallisierung aufweist. Weiter  
25 besteht die Möglichkeit, eine reflektierende Schicht, insbesondere eine metallische Schicht oder eine HRI-Schicht vorzusehen, so dass das Sicherheitselement als reflektives oder partiell reflektives Sicherheitselement ausgestaltet werden kann. Weiterhin können auch (partielle oder vollflächige) cholesterische Flüssigkristall-Schichten als Reflektor dienen.

Durch die Kombination der Schicht aus einem Flüssigkristall-Material mit den oben beschriebenen beugungsoptisch wirksamen Schichten, Interferenzschichten und/oder reflektiven Schichten lässt sich ein optisches Sicherungselement mit einem hohen Grad an Fälschungssicherheit erstellen, dessen

- 5 Sicherheitsmerkmale durch Überlagerung oder gegenseitige Ergänzung stark miteinander verwoben sind und damit eine Manipulation erschweren. Ein weiterer Vorteil besteht in der Möglichkeit, mit dem menschlichen Auge erkennbare Sicherheitsmerkmale mit nur unter polarisiertem Licht erkennbaren Sicherheitsmerkmalen zu überlagern und damit ein nicht offensichtliches,
- 10 maschinenlesbares Sicherheitsmerkmal zu überlagern.

Weiter besteht die Möglichkeit, ein optisches Sicherungselement als zweiteiliges Sicherungselement auszugestalten, bei dem ein Teilelement die Replikationsschicht und die Schicht aus einem Flüssigkristall-Material aufweist

15 und bei dem ein zweites Teilelement einen Polarisator zur Überprüfung des von der Schicht aus einem Flüssigkristall-Material erzeugten Sicherheitsmerkmals aufweist. Hierdurch wird es dem Benutzer durch Betrachtung des ersten Teilelements über das zweite Teilelement möglich, das mit dem bloßen Auge nicht erkennbare Sicherheitsmerkmal zu überprüfen.

20

Weitere Vorteile ergeben sich dadurch, dass beide Teilelemente eine Schicht aus einem Flüssigkristall-Material aufweisen, die auf einer jeweiligen Replikationsschicht aufgebracht ist, in die eine diffraktive Struktur zur Orientierung des Flüssigkristall-Materials eingeprägt ist und die zumindest zwei Teilbereiche

25 mit unterschiedlichen Orientierungsrichtungen der eingepprägten Struktur aufweist. Die Sicherheitselemente der beiden Teilelemente ergänzen sich, so dass es dem Benutzer durch Betrachtung des ersten Teilelements über das zweite Teilelement möglich ist, das mit bloßem Auge nicht erkennbare Sicherheitsmerkmal des ersten Teilelements zu überprüfen.

30

Im folgenden wird die Erfindung anhand mehrerer Ausführungsbeispiele unter Zuhilfenahme der beiliegenden Zeichnungen beispielhaft erläutert.

Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung eines Sicherheitsdokuments,  
5 das mit einem erfindungsgemäßen optischen Sicherungselement versehen ist.

Fig. 2 zeigt einen Schnitt durch eine erfindungsgemäße Prägefolie.

Fig. 3 zeigt einen Schnitt durch eine erfindungsgemäße Stickerfolie.

10

Fig. 4 zeigt eine schematische Schnittdarstellung eines auf einem  
Wertdokument aufgebrachten erfindungsgemäßen optischen Sicherungselements.

Fig. 5a zeigt eine Draufsicht auf ein erfindungsgemäßes optisches  
15 Sicherungselement.

Fig. 5b zeigt eine Schnittdarstellung des Sicherungselements nach Fig. 5a.

Fig. 6a bis Fig. 6e zeigen schematische Darstellungen diffraktiver  
20 Strukturen zur Orientierung von Flüssigkristallmolekülen.

Fig. 7 zeigt eine Schnittdarstellung einer erfindungsgemäßen Folie gemäß  
eines ersten Ausführungsbeispiels.

25 Fig. 8 zeigt eine Schnittdarstellung einer erfindungsgemäßen Folie für ein  
zweites Ausführungsbeispiel.



Fig. 9 zeigt eine Schnittdarstellung eines erfindungsgemäßen optischen Sicherungselements für ein drittes Ausführungsbeispiel.

5        Fig. 1 zeigt ein Sicherheitsdokument 1, das aus einem Trägerelement 13 und einem aus zwei Teilelementen 11 und 12 bestehenden optischen Sicherheitselement besteht.

10        Bei dem Sicherheitsdokument 1 handelt es sich beispielsweise um eine Banknote, einen Ausweis, ein Ticket oder ein Software-Zertifikat. Das Trägerelement 13 besteht beispielsweise aus Papier oder aus einem flexiblen Kunststoff-Material.

15        Das Teilelement 12 besteht aus einem Polarisator, der in ein Fenster des Trägerelements 13 eingelassen ist oder der auf einen transparenten Bereich des Trägerelements 13 aufgebracht ist. Durch Knicken des Trägerelements 13 ist es einem Benutzer möglich, das Teilelement 11 durch das Teilelement 12 zu betrachten und damit von dem Teilelement 11 erzeugte Polarisations-effekte sichtbar zu machen.

20

Es ist auch möglich, auf das Teilelement 12 zu verzichten und auf dem Sicherheitsdokument lediglich das Teilelement 11 aufzubringen.

25        In diesem Fall kann das Trägerelement 13 auch aus einem unflexiblen Material bestehen, so dass das Sicherheitsdokument 1 beispielsweise eine Kreditkarte ist. In diesem Falle besteht das Trägerelement 13 aus einer üblichen Kunststoffkarte, auf deren Vorderseite beispielsweise der Name des Karteninhabers eingeprägt ist. Hierbei ist es möglich, dass diese Kunststoffkarte im Bereich des optischen Sicherungselements einen transparenten Bereich

aufweist, so dass es sich bei dem optischen Sicherungselement um ein transmissives optisches Sicherungselement handeln kann.

Anhand der Figuren Fig. 2 bis Fig. 9 werden nun verschiedene Möglichkeiten der Herstellung sowie der Ausgestaltung eines erfindungsgemäßen optischen Sicherungselements aufgezeigt, das auch als Teilelement 11 nach Fig. 1 Verwendung finden kann.

Fig. 2 zeigt eine Prägefolie 2 mit sechs Schichten 21, 22, 23, 24, 25 und 26.

Die Schicht 21 ist eine Trägerschicht, die beispielsweise eine Dicke von etwa 12 µm bis 50 µm hat und von einer Polyesterfolie gebildet wird. Die Schichten 22, 23, 24, 25 und 26 bilden die Übertragungslage der Prägefolie 2.

Die Schicht 22 ist eine Ablöse- oder Schutzlackschicht, die vorzugsweise eine Dicke von etwa 0,3 bis 1,2 µm besitzt. Auf diese Schicht könnte auch verzichtet werden.

Die Schicht 23 ist eine Replikationsschicht, in die mittels eines Prägewerkzeugs diffraktive Strukturen einprägbare sind. Die Replikationsschicht 23 besteht hierbei vorzugsweise aus einem transparenten, thermoplastischen Kunststoffmaterial, das beispielsweise durch ein Druckverfahren aufgebracht werden kann.

Der Replizier-Lack hat hierbei beispielsweise folgende Zusammensetzung:

Komponente Gew.-Teile

hochmolekulares PMMA-Harz 2000

	Silikonalkyd ölfrei	300
	nichtionisches Netzmittel	50
	niedrigviskose Nitrocellulose	750
	Methylethylketon	12000
5	Toluol	2000
	Diacetonalkohol	2500

Die Trägerschicht 21 besteht beispielsweise aus einer PET Folie von 19 µm  
 10 Dicke, auf die der oben angegebene Replizier-Lack mit einer Linienraster-  
 Tiefdruckwalze aufgetragen wird, und zwar mit einem Auftraggewicht von 2,2 g/m<sup>2</sup>  
 nach Trocknung. Die Trocknung erfolgt im Trockenkanal bei einer Temperatur von  
 100 bis 120 °C.

15 In die Schicht 23 wird sodann bei etwa 130 °C mittels einer beispielsweise  
 aus Nickel bestehenden Matrize die diffraktive Struktur 27 eingeprägt. Zum  
 Prägen der diffraktiven Struktur 27 wird die Matrize vorzugsweise elektrisch  
 aufgeheizt. Vor dem Abheben der Matrize von der Schicht 23 nach der Prägung  
 kann die Matrize wieder abgekühlt werden. Nach der Einprägung der diffraktiven  
 20 Struktur 27 erhärtet der Replizierlack durch Vernetzung oder in sonstiger Weise.

Die Schicht 24 ist eine Schicht aus einem Flüssigkristall-Material (LC =  
 Liquid Crystal). Die Schicht 24 hat vorzugsweise eine Dicke von 0,5 µm bis 5 µm.  
 Im Prinzip sind alle möglichen Arten von Flüssigkristall-Materialien verwendbar,  
 25 die die gewünschten optischen Eigenschaften aufweisen. Beispiele hierfür sind  
 Flüssigkristallmaterialien der OPALVA Ò - Reihe der Fa. Vantico AG, Basel, CH.

Anschließend werden die Flüssigkristalle an einer als Orientierungsschicht  
 dienenden Schicht 23 unter Zufuhr von etwas Wärme ausgerichtet. Anschließend

erfolgt eine UV-Härtung des Flüssigkristall-Materials zur Fixierung der Orientierung der Flüssigkristall-Moleküle.

Weiter ist es auch möglich, dass die aufgedruckte Schicht aus einem  
5 lösungsmittelhaltigen Flüssigkristall-Material einem Trocknungsprozess  
unterzogen wird und sich die Flüssigkristall-Moleküle während der Verdampfung  
des Lösungsmittels gemäß der diffraktiven Struktur 27 orientieren. Auch ist es  
möglich, dass lösungsmittelfreies Flüssigkristall-Material durch einen Druckprozeß  
aufgebracht wird und nach der Orientierung durch Vernetzung fixiert wird.

10

Die Schicht 25 ist eine Schutzlackschicht, die beispielsweise durch ein  
Druckverfahren auf die Schicht 24 aufgebracht wird. Auf die Schicht 25 könnte  
auch verzichtet werden. Die Schicht 25 hat beispielsweise eine Dicke von 0,5 µm  
bis 3 µm und besteht vorzugsweise aus UV vernetzbaren Acrylaten und  
15 abriebfesten thermoplastischen Acrylaten.

Die Schicht 26 ist eine Klebeschicht, die beispielsweise aus einem thermisch  
aktivierbaren Kleber besteht.

20 Zur Aufbringung der Prägefolie 2 auf ein Sicherheitsdokument oder auf einen  
zu sichernden Gegenstand wird die Prägefolie 2 mit der von den Schichten 21 bis  
26 gebildeten Übertragungslage voran auf das Sicherheitsdokument bzw. den zu  
sichernden Gegenstand aufgebracht und dann unter Einwirkung von Wärme  
gegen das Sicherheitsdokument bzw. den zu sichernden Gegenstand gepresst.  
25 Dabei verbindet sich die Übertragungslage über die Klebeschicht 26 mit der  
entsprechenden Oberfläche des Sicherheitsdokuments oder des zu sichernden  
Gegenstands. Weiter löst sich in Folge der Wärmeentwicklung die  
Übertragungslage von der Trägerschicht 21. Das Ablösen der Übertragungslage  
von der Trägerschicht 13 wird hierbei durch die vorzugsweise wachsartige  
30 Ablöseschicht 22 erleichtert.

Bei der Prägefolie 2 kann es sich auch um eine andersartige Folie, beispielsweise um eine Laminierfolie handeln. In diesem Fall wäre die Schicht 22 durch eine weitere Schicht zu ersetzen, die die Haftung zum Träger  
 5 gegebenenfalls verbessert.

Fig. 3 zeigt eine Stickerfolie 3, die aus vier Schichten 31, 32, 33 und 34 besteht.

10 Die Schicht 31 ist eine Trägerschicht, die beispielsweise aus einem transparenten, teiltransparenten oder nicht transparenten Polyester material einer Dicke von 12  $\mu\text{m}$  bis 15  $\mu\text{m}$  besteht. Die Schicht 32 ist eine Replikationsschicht, in die eine diffraktive Struktur 35 eingeprägt ist. Die Schicht 33 ist eine Schicht aus einem Flüssigkristall-Material und die Schicht 34 ist eine Schutzlack-Schicht. Die  
 15 Schichten 32, 33 und 34 können hierbei wie die Schichten 23, 24 und 25 nach Fig. 2 ausgestaltet sein. Auf die Schicht 34 könnte auch verzichtet werden.

Fig. 4 zeigt ein optisches Sicherungselement 4 und ein Substrat 46, auf dem das optische Sicherungselement 4 aufgebracht ist. Bei dem Substrat 46 handelt  
 20 es sich beispielsweise um ein zu sicherndes Sicherheitsdokument, beispielsweise um das Grundelement 13 nach Fig. Das optische Sicherungselement 4 weist fünf Schichten 41, 42, 43, 44 und 45 auf. Die Schicht 41 ist eine Schutzlackschicht. Die Schicht 42 ist eine Replikationsschicht, in die eine diffraktive Struktur 46 eingeprägt ist. Die Schicht 43 ist eine Schicht aus einem Flüssigkristall-Material,  
 25 die Schicht 44 ist eine Schutzlackschicht und die Schicht 45 ist eine Klebeschicht, die die Schicht 44 mit dem Substrat 46 verklebt. Die Schichten 41, 42, 43, 44 und 45 sind beispielsweise wie die Schichten 21, 22, 23, 24, 25 und 26 nach Fig. 2 ausgestaltet.

Anhand von Fig. 5 werden nun weitere Möglichkeiten geschildert, wie die diffraktiven Strukturen 27, 35 und 46 auszuformen sind.

Fig. 5 zeigt ein optisches Sicherheitselement 6, das in mehrere Bereiche 61, 62 und 63 aufteilbar ist.

Die Bereiche 61, 62 und 63 sind vollflächig mit einer diffraktiven Struktur beprägt. Die diffraktive Struktur besteht beispielsweise aus einer Vielzahl von nebeneinander angeordneten, parallelen Rillen, die eine Orientierung von Flüssigkristall-Molekülen ermöglichen. Beispielsweise haben diese Rillen eine Spatialfrequenz von 300 bis 3000 Linien /mm und eine Profiltiefe von 200 nm bis 600 nm. Auch flachere Tiefen sind denkbar, beispielsweise im Bereich von 50 nm. Besonders gute Orientierungsergebnisse lassen sich hierbei durch diffraktive Strukturen erreichen, deren Spatialfrequenz im Bereich von 1000 bis 3000 Linien/mm angesiedelt sind. Die Längsrichtung dieser Rillen stellt hierbei die Orientierungsrichtung der diffraktiven Struktur dar.

Weiter ist es möglich, die Profiltiefe der Rillen zu variieren. Beim Auftragen des Flüssigkristall-Materials, beispielsweise mittels eines Rakels, ergeben sich hierdurch in unterschiedlichen Bereichen der Folie unterschiedlich Dicken der Schicht aus einem Flüssigkristall-Material. Dies führt zur Erzeugung von Farbeffekten, die nur unter dem Polarisator sichtbar sind.

Diese Effekte können weiter auch durch die Verwendung tiefer Rillen erzeugt werden, die beim Druckprozeß bereichsweise in unterschiedlicher Höhe mit Flüssigkristall-Material gefüllt werden (beispielsweise durch eine geeignete Rasterwalze mit unterschiedlichem Auftragsgewicht und/oder durch Verwendung einer Kammerrakel).

Farbspiele und Muster können auch durch Verwendung geeigneter Trägermaterialien, zum Beispiel durch Doppelbrechung, erzeugt werden. Hierbei kann auch durch gezielte Einstellung der Orientierungsrichtung des Flüssigkristallmaterials ein interessantes Farbspiel erzielt werden, das durch Wechselwirkung der Flüssigkristalle mit dem strukturierten Trägermaterial entsteht (beispielsweise durch Variation der Winkel in der Strukturschicht oder durch Formung von Guilloche-Figuren).

Die Orientierungsrichtung der diffraktiven Struktur ist in den Bereichen 61, 62 und 63 unterschiedlich. So weist der Bereich 61 beispielsweise eine Vielzahl von parallelen, waagrecht angeordneten Rillen auf, der Bereich 62 eine Vielzahl von senkrecht angeordneten parallelen Rillen und der Bereich 63 eine Vielzahl von um 30 °C gegenüber der Senkrechten gekippten parallelen Rillen auf. Die diffraktive Struktur ist damit in dem Bereich 61 waagrecht orientiert, in dem Bereich 62 senkrecht orientiert und in dem Bereich 63 um 30 °C gegenüber der Senkrechten gekippt orientiert.

Weiter ist es möglich, dass die diffraktive Struktur von einer Vielzahl von Rillen gebildet wird, deren Orientierungsrichtung sich entlang der Rillen verändert. So kann sich beispielsweise die Orientierungsrichtung der diffraktiven Struktur entlang der waagrechten oder senkrechten Achse im Bereich 61 stetig ändern. Hierdurch können beispielsweise Bewegungseffekte oder Graustufenverläufe erzielt werden.

Weiter ist es auch möglich, dass das optische Sicherungselement 6 eine Vielzahl von Bereichen mit unterschiedlicher Orientierungsrichtung der eingepprägten Struktur aufweist, deren Größe vorzugsweise unterhalb des für das menschliche Auge auflösbaren Bereiches liegt. Diese Bereiche bilden Pixel verschiedener, sich überlagernder Polarisationsdarstellungen, die abhängig von der Polarisationsrichtung des einfallenden Lichts mehr oder weniger sichtbar sind.

Weiter ist es auch möglich, dass lediglich in dem Bereich 62 diffraktive Strukturen zur Orientierung von Flüssigkristall-Material eingeprägt sind und dass die diffraktiven Strukturen in den Bereichen 61 und 63 zur Erzeugung eines optischen Beugungseffekts, insbesondere zur Erzeugung eines Hologramms, eines Kinegrams oder dergleichen dienen.

Wie in Fig. 6 dargestellt, weist das optische Sicherungselement 6 somit eine Replikationsschicht 65, eine Schicht aus einem Flüssigkristall-Material 66 und eine Klebeschicht 67 auf. In die Replikationsschicht 65 ist eine diffraktive Struktur 68 eingeprägt.

Die Replikationsschicht 65, die Schicht 66 und die Klebeschicht 67 sind beispielsweise wie die Schichten 23, 24 bzw. 26 nach Fig. 2 ausgestaltet.

Die Schicht 66 ist, wie in Fig. 6 dargestellt, lediglich bereichsweise im Bereich 62 auf die Replikationsschicht 62 aufgedruckt. In den Bereichen 61 und 63 ist die diffraktive Struktur 68 nicht mit Flüssigkristall-Material beschichtet, so dass in diesen Bereichen keine Polarisationswirkung durch orientierte Flüssigkristallmoleküle erzielt wird. Damit wird lediglich in dem Bereich 62 eine Polarisations-Darstellung erzeugt. In den Bereichen 61 und 63 kommt dagegen der durch die diffraktive Struktur 68 bewirkte optische Beugungseffekt zum Tragen.

Durch eine derartige Gestaltung wird von dem optischen Sicherungselement 6 eine optische Darstellung erzeugt, die sich aus einer Polarisationsdarstellung im Bereich 62 und zwei flankierenden holographischen Darstellungen in den Bereichen 61 und 63 zusammensetzt.

Vorzugsweise sind diese holographischen Darstellungen und die Polarisationsdarstellung sich inhaltlich ergänzende Darstellungen, die



beispielsweise ein gemeinsames Wort oder eine gemeinsame graphische Darstellung bilden. Je nach dem gewählten gemeinsamen Bild oder dem darzustellenden gemeinsamen Wort können zwei oder mehrere der Bereiche 61 bis 63 in einer beliebigen Darstellung nebeneinander angeordnet sein.

- 5 Beispielsweise ist die Darstellung eines holographischen Baumes vorstellbar, dessen Blätter von Polarisationsdarstellungen gebildet sind und damit nur bei Betrachtung in polarisiertem Licht oder über einen Polarisator erkennbar sind.

- 10 Weiter ist es möglich eine diffraktive Struktur zu verwenden, die sich aus der Überlagerung einer ersten Struktur zur Erzeugung eines optischen Effektes und einer zweiten Struktur zur Orientierung des Flüssigkristall-Materials ergibt. Hierbei hat es sich gezeigt, dass eine Orientierung der Flüssigkristallmoleküle durch die zweite Struktur möglich ist, wenn diese zweite Struktur eine höhere Spatialfrequenz besitzt (Grobstruktur-Feinstruktur) und/ oder eine größere
- 15 Profiltiefe als die erste Struktur besitzt.

Dies wird nun im Folgenden anhand der Figuren 6a bis 6e erläutert, die schematische Darstellungen derartiger diffraktiver Strukturen 51 bis 55 zeigen.

- 20 Die diffraktive Struktur 51 ist eine additive Überlagerung einer Feinstruktur, beispielsweise einer Beugungsstruktur nullter Ordnung, und einer mikroskopisch feinen lichtstreuenden Grobstruktur. Die mikroskopisch feine lichtstreuende Grobstruktur ist eine Struktur aus der Gruppe von isotrop oder anisotrop streuenden Mattstrukturen, von Kinoformen oder von Fourier Hologrammen.

25

- Weiter ist es auch möglich, als Grobstruktur eine Makrostruktur zu verwenden, die eine Spatialfrequenz von weniger als 300 Linien pro mm besitzt, so dass der von den Flüssigkristallen bewirkte Polarisationseffekt von einem durch die Makrostruktur erzeugten polarisationsabhängigen optischen Effekt
- 30 überlagert wird. Als Makrostrukturen können beispielsweise Sägezahnprofile oder Mikro-Linsen verwendet werden,

Die diffraktiven Strukturen 52 bis 55 weisen jeweils eine sichtbares einfallendes Licht beugende Struktur mit einer Profilhöhe auf, deren Relieffunktion eine Überlagerung einer niederfrequenten Gitterstruktur  $G(x, y)$  mit einer

5 hochfrequenten Reliefstruktur  $R(x, y)$  ist. Die niederfrequente Gitterstruktur  $G(x, y)$  weist ein bekanntes Profil auf, wie z.B. ein sinusförmiges, rechteckförmiges, ein symmetrisches bzw. asymmetrisches sägezahnförmiges Profil usw. Die hochfrequente Reliefstruktur  $R(x, y)$  weist eine Spatialfrequenz  $f_R$  von vorzugsweise mindestens 2.500 Linien pro Millimeter auf. Die niederfrequente

10 Gitterstruktur  $G(x, y)$  besitzt andererseits eine niedrige Gitter - Spatialfrequenz  $f_G$  von z.B. weniger als 1.000 Linien/Millimeter. Vorzugsweise hat die Gitter - Spatialfrequenz  $f_G$  einen Wert zwischen 100 Linien/Millimeter bis 500 Linien/Millimeter.

15 Die Relief - Profilhöhe  $h_R$  der Reliefstruktur  $R(x, y)$  weist einen Wert aus dem Bereich von 150 nm bis 220 nm auf; vorzugsweise wird die Relief - Profilhöhe  $h_R$  aber aus dem engeren Bereich von 170 nm bis 200 nm ausgewählt. Die Gitter - Profilhöhe  $h_G$  der Gitterstruktur  $G(x, y)$  ist grösser als die Relief - Profilhöhe  $h_R$  zu wählen. Die Gitter - Profilhöhe  $h_G$  weist bevorzugt einen Wert aus dem Bereich

20 von 250 nm bis 500 nm auf.

Die niederfrequente Gitterstruktur  $G(x, y)$  beugt das einfallende Licht in Abhängigkeit von der Gitter - Spatialfrequenz  $f_G$  in mehrere Beugungsordnungen und erzeugt demnach einen optischen Beugungseffekt. Die hochfrequente

25 Reliefstruktur dient der Orientierung des Flüssigkristall-Materials.

Die in der Figur 6b dargestellte diffraktive Struktur  $B(x)$  ist das Ergebnis einer additiven Überlagerung der sinusförmigen Gitterstruktur  $G(x)$  mit der sinusförmigen Reliefstruktur  $R(x)$ , also  $B(x) = G(x) + R(x)$ . Ein Gittervektor der

30 Gitterstruktur  $G(x)$  und ein Reliefvektor der Reliefstruktur  $R(x)$  sind im wesentlichen parallel ausgerichtet.

Die Figur 6c zeigt eine diffraktive Struktur  $B(x)$ , bei der der Gittervektor und der Reliefvektor in der Ebene der Koordinaten  $x$  und  $y$  orthogonal zueinander ausgerichtet sind. Beispielsweise ist die sinusförmige Gitterstruktur  $G(x)$  nur eine Funktion der Koordinate  $x$ , während die sinusförmige Reliefstruktur  $R(y)$  nur von der Koordinate  $y$  abhängig ist. Die additive Überlagerung der Gitterstruktur  $G(x)$  mit der Reliefstruktur  $R(y)$  ergibt die von beiden Koordinaten  $x, y$  abhängige diffraktive Struktur  $B(x, y)$ , wobei  $B(x, y) = G(x) + R(y)$  ist. Aus rein darstellerischen Gründen ist in der Figur 6c die Grenzfläche mit den hintereinander liegenden Tälern der Reliefstruktur  $R(y)$  mit verschiedenen dichten Punktrastern unterlegt.

Die diffraktive Struktur  $B(x)$  der Figur 6d ist eine multiplikative Überlagerung  $B(x) = G(x) \cdot \{R(x) + C\}$ . Die Gitterstruktur  $G(x)$  ist eine Rechteckfunktion mit den Funktionswerten  $[0, hG]$ , einer Periode von 4.000 nm und einer Profilhöhe  $hG = 320$  nm. Die Reliefstruktur  $R(x) = 0,5 \cdot hR \cdot \sin(x)$  ist eine Sinusfunktion mit einer Periode von 250 nm und einer Profilhöhe  $hR = 200$  nm.  $C$  bezeichnet eine Konstante, wobei  $C = hG - hR$  ist. Die diffraktive Struktur 64 ist auf den erhöhten Flächen der Rechteckstruktur mit der Reliefstruktur  $R(x)$  moduliert, während die diffraktive Struktur 64 auf dem Grund der Furchen der Rechteckstruktur glatt ist.

In der Figur 6e erzeugt die multiplikative Überlagerung der rechteckförmigen Gitterstruktur  $G(x)$  mit der Reliefstruktur  $R(y)$  die diffraktive Struktur  $B(x, y)$ . Die Gitterstruktur  $G(x)$  und die Reliefstruktur  $R(y)$  besitzen die gleichen Parameter wie bei der diffraktive Struktur 63 mit der Ausnahme des Reliefvektors, der in die Richtung der Koordinate  $y$  zeigt.

Weiter ist es auch möglich, dass die Folien 2 und 3 und die optischen Sicherungselemente 4 und 6 weitere Schichten aufweisen, in die weitere optisch wirksame diffraktive Strukturen eingeprägt sind. Die weiteren Schichten können aus Metall sein ein Dünnschichtsystem zur Erzeugung von

Farbverschiebungen mittels Interferenz bilden und/oder reflektierende Eigenschaften besitzen. Durch eine partielle Ausgestaltung dieser Schichten lassen sich weitere vorteilhafte Effekte erzielen.

5            Einige Möglichkeiten, in den Folien 2 und 3 und den Sicherheitselementen 4 und 6 derartige weitere Schichten vorzusehen, werden nun anhand der Figuren Fig. 7 bis Fig. 9 erläutert.

10           Fig. 7 zeigt eine Prägefolie 7, die aus einer Trägerschicht 71 und einer aus Schichten 72, 73, 74 und 75 bestehenden Übertragungslage besteht. Die Schicht 72 ist eine Schutzlackschicht. Die Schicht 73 ist eine Replikationsschicht, in die diffraktive Strukturen 761, 762 und 763 eingeprägt sind. Die Schicht 74 ist eine reflektive Schicht und die Schicht 75 ist eine Klebeschicht.

15           Die Prägefolie 7 weist Bereiche 771 bis 774 auf, in denen die Prägefolie unterschiedlich ausgestaltet ist.

20           Die Schichten 71, 72, 73 und 75 sind wie die Schichten 21, 22, 23 bzw. 26 ausgestaltet. Bei der Schicht 74 handelt es sich um eine dünne, aufgedampfte Metallschicht oder um eine HRI-Schicht (HRI = High Refraction Index). Als Material für die Metallschicht kommen im wesentlichen Chrom, Aluminium, Kupfer, Eisen, Nickel, Silber oder Gold oder eine Legierung mit diesen Materialien in Frage.

25           Hierbei ist es auch möglich, dass die Reflexionsschicht 74 lediglich partiell und musterförmig ausgeformt ist und damit ein optisches Sicherungselement mit bereichsweise transmissiven oder reflektiven Eigenschaften bereitgestellt wird.

30           Die diffraktiven Strukturen 761 und 762 sind in den Bereichen 771 bzw. 774 der Prägefolie 7 eingeprägt. Die diffraktive Struktur 763 ist in den Bereichen 772,

773 und 774 der Prägefolie 7 in die Replikationsschicht 73 eingeprägt. Die diffraktiven Strukturen 761 und 762 einerseits und 763 andererseits sind auf gegenüberliegenden Seiten in die Replikationsschicht 73 eingeprägt, wobei sich in dem Bereich 774 die diffraktiven Strukturen 762 und 763 überlagern. Die Schicht 74 ist nur bereichsweise auf die Replikationsschicht 73 aufgebracht, so dass die diffraktive Struktur 763 nur in den Bereichen 774 und 772 mit einer Schicht aus Flüssigkristall-Material beschichtet ist.

Damit ergeben sich folgende unterschiedliche optische Effekte in den Bereichen 771 bis 774:

In den Bereich 761 kommt der durch die diffraktive Struktur 761 erzeugte Beugungseffekt zum tragen, so dass sich hier beispielsweise eine reflektive, holographische Darstellung ergibt. In den Bereichen 762 und 773 werden von der diffraktiven Struktur 763 nebeneinander liegend eine Polarisationsdarstellung und eine holographische Darstellung, beide reflektiv, wie beispielsweise in dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 6 geschildert erzeugt. In dem Bereich 774 wird der von der diffraktiven Struktur 762 erzeugte beugungsoptische Effekt von dem durch die Schicht 74 erzeugten Polarisierungseffekt überlagert, so dass sich beispielsweise eine holographische Darstellung mit Änderung der Polarisationsrichtung des einfallenden Lichtes verändert.

Fig. 8 zeigt eine Stickerfolie 8, die aus sechs Schichten 81, 82, 83, 84, 85 und 86 besteht. Die Schicht 81 ist eine Trägerschicht. Die Schichten 82 und 85 sind Replikationsschichten, in die diffraktive Strukturen 87 bzw. 88 eingeprägt sind. Die Schicht 83 ist eine Schicht aus einem Flüssigkristall-Material. Die Schichten 84 und 86 sind Klebeschichten.

Die Schichten 81, 82 und 85, 83 sowie 84 und 86 sind beispielsweise wie die Schichten 31, 32, 33 bzw. 34 nach Fig. 3 ausgestaltet.

Die Stickerfolie 8 wird wie die Stickerfolie 3 nach Fig. 3 hergestellt. Sodann wird auf den derart hergestellten Folienkörper die Replikationsschicht 85 mit der diffraktiven Struktur 88 und der Klebeschicht 86 beispielsweise mittels einer Laminierfolie auflaminiert.

Neben der in Fig. 8 dargestellten Positionierung der diffraktiven Strukturen 87 und 88 ist es auch möglich, die diffraktiven Strukturen 87 und 88 wie die diffraktiven Strukturen 763 bzw. 761 und 762 nach Fig. 7 zu positionieren und mit einer partiell ausgeformten Schicht 83 zu kombinieren. Damit lassen sich durch den in Fig. 8 dargestellten Schichtaufbau dieselben Effekte wie bei dem Schichtaufbau nach Fig. 7 erzielen.

Weiter ist es möglich, dass die Schicht 83 unterhalb der Schicht 85 angeordnet ist, so dass die diffraktive Struktur 87 lediglich beugungsoptisch wirkt.

Fig. 9 zeigt ein optisches Sicherungselement 9, das aus fünf Schichten 91, 92, 93, 94 und 95 besteht. Die Schicht 91 ist eine Replikationsschicht, in die eine diffraktive Struktur 96 eingeprägt ist. Die Schicht 92 ist eine Schicht aus einem Flüssigkristall-Material. Die Schicht 94 ist eine Reflexionsschicht. Die Schichten 93 und 92 bilden ein Dünnschichtsystem, das blickwinkelabhängige Farbverschiebungen mittels Interferenz erzeugt. Die Schicht 95 ist eine Klebeschicht.

Die Schichten 91, 92 und 95 sind wie die Schichten 23, 24 und 26 nach Fig. 2 ausgestaltet. Die Schicht 94 ist wie die Schicht 75 nach Fig. 7 ausgestaltet.

Das Dünnschichtsystem besteht aus einer Absorptionsschicht (vorzugsweise mit 30 bis 65 % Transmission), einer transparenten Distanzschicht als farbwechselerzeugende Schicht ( $\lambda/4$  oder  $\lambda/2$  Schicht) und einer optischen

Trennschicht (Ausbildung eines transmissiven Elements) oder einer reflektierenden Schicht (Ausbildung eines reflektiven Elements). Die Dicke der Distanzschicht ist hierbei so gewählt, dass bei Ausbildung eines reflektiven Elements die  $\lambda/4$  Bedingung und bei Ausbildung eines transmissiven Elements die  $\lambda/2$  Bedingung erfüllt ist, wobei  $\lambda$  vorzugsweise im Bereich des für einen menschlichen Betrachter sichtbaren Lichtes liegt.

Die Absorptionsschicht kann beispielsweise aus einem der folgenden Materialien oder aus einer Legierung der folgenden Materialien bestehen: Chrom, Nickel, Palladium, Titan, Kobalt, Eisen, Wolfram, Eisenoxid oder Kohlenstoff.

Als optische Trennschicht kommen insbesondere Materialien wie Oxide, Sulfide oder Chalkogenide in Frage. Entscheidend für die Wahl der Materialien ist, dass gegenüber den in der Abstandschicht verwendeten Materialien ein Unterschied im Brechungsindex besteht. Dieser Unterschied sollte vorzugsweise nicht geringer als 0,2 sein. Je nach den für die Distanzschicht verwendeten Materialien wird so ein HRI-Material oder ein LRI-Material (HRI = High Refraction Index; LRI = Low Refraction Index) eingesetzt.

Weiter ist es auch möglich, eine Dünnschichtfolge, die blickwinkelabhängige Farbverschiebung mittels Interferenz erzeugt, aus einer Abfolge von hoch- und niedrigbrechenden Schichten aufzubauen. Bei einem derartigen Schichtaufbau kann auf die Verwendung einer Absorptionsschicht verzichtet werden. Die hoch- und niedrigbrechenden Schichten einer solchen Dünnschichtfolge bilden jeweils eine optisch wirksame Distanzschicht, die die oben beschriebenen Bedingungen einzuhalten hat. Je höher die Anzahl der Schichten gewählt wird, um so schärfer lässt sich die Wellenlänge des Farbwechseleffekts einstellen. Besonders vorteilhaft ist es hierbei, eine derartige Dünnschichtfolge aus 2 bis 10 Schichten (geradzahlige Variante) oder 3 bis 9 Schichten (ungeradzahlige Variante) aufzubauen.

Beispiele üblicher Schichten einer solchen Dünnschichtfolge und Beispiele von Materialien, die für die Schichten einer solchen Dünnschichtfolge prinzipiell verwendbar sind, werden beispielsweise in WO 01/03945, Seite 5, Zeilen 30 bis Seite 8, Zeile 5 offenbart.

5

In dem Bereich der diffraktiven Struktur 96 wird so der von dem Dünnschichtsystem 93 erzeugte optische Interferenzeffekt von dem von der Schicht 92 erzeugten Polarisierungseffekt überlagert. Ein von dem Dünnschichtsystem 93 erzeugter blickwinkelabhängiger Farbwechseleffekt tritt so beispielsweise abhängig von der Polarisationsrichtung des einfallenden Lichtes lediglich für einen Teilbereich des optischen Sicherungselements 9 auf. Weiter ist es auch möglich, die diffraktive Struktur 96 und die Schicht 92 wie die diffraktive Struktur 68 und die Schicht 66 nach Fig. 6 auszugestalten und so eine Kombination von diffraktiven Effekten, beugungsoptischen Effekten und Polarisierungseffekten zu erzielen.

15



5        **Ansprüche:**

1.        Folie (2, 3), insbesondere Prägefolie, Laminierfolie oder Stickerfolie,  
mit einer Trägerschicht (21, 31) und einer Replikationsschicht (23, 32),

10        **d a d u r c h   g e k e n n z e i c h n e t ,**

        dass die Folie weiter eine Schicht (24, 33) aus einem Flüssigkristall-Material  
aufweist, die auf der Replikationsschicht (23, 32) aufgebracht ist, und dass in die  
der Schicht (24, 33) aus einem Flüssigkristall-Material zugewandten Oberfläche  
der Replikationsschicht (23, 32) eine diffraktive Struktur (27, 35) zur Orientierung  
15        des Flüssigkristall-Materials eingeprägt ist, die zumindest zwei Teilbereiche mit  
unterschiedlichen Orientierungsrichtungen der eingepägten Struktur aufweist.

2.        Folie nach Anspruch 1,

**d a d u r c h   g e k e n n z e i c h n e t ,**

20        dass die diffraktive Struktur einen Bereich aufweist, indem sich die  
Orientierungsrichtung der Struktur stetig ändert und die mit der Schicht aus einem  
Flüssigkristall-Material beschichtet ist.

3.        Folie nach Anspruch 1,

25        **d a d u r c h   g e k e n n z e i c h n e t ,**

        dass die diffraktive Struktur aneinandergrenzende Bereiche mit  
unterschiedlicher Orientierungsrichtung aufweist, die mit der Schicht aus einem  
Flüssigkristall-Material beschichtet sind.

4. Folie nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet ,

5 dass die diffraktive Struktur (68) einen ersten Bereich (62) zur Orientierung von Flüssigkristall-Material aufweist, der von der Schicht (66) aus einem Flüssigkristall-Material bedeckt ist, und dass die diffraktive Struktur (68) einen zweiten Bereich (61, 63) zur Erzeugung eines optischen Beugungseffekts, insbesondere zur Erzeugung eines Hologramms aufweist.

10 5. Folie nach Anspruch 4,

dadurch gekennzeichnet ,

dass eine in dem ersten Bereich (62) erzeugte Polarisationsdarstellung und eine in dem zweiten Bereich (61, 63) erzeugte holographische Darstellung einander ergänzende Darstellung bilden.

15

6. Folie nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet ,

20 dass die diffraktive Struktur einen Bereich aufweist, in dem die diffraktive Struktur (51 bis 55) aus einer Überlagerung einer Grobstruktur zur Erzeugung eines optischen Effekts mit einer Feinstruktur höherer Spatialfrequenz zur Orientierung des Flüssigkristall-Materials gebildet ist.

7. Folie nach Anspruch 6,

dadurch gekennzeichnet ,

25 dass die Feinstruktur eine Periode kleiner als 400 nm besitzt.

8. Folie nach Anspruch 6,

dadurch gekennzeichnet ,

dass die Spatialfrequenz der Feinstruktur wenigstens zehnmal höher als die Spatialfrequenz der Grobstruktur ist.

9. Folie nach einem der Ansprüche 6 bis 8,  
5 dadurch gekennzeichnet ,  
dass die Grobstruktur eine lichtstreuende Struktur, insbesondere eine  
isotrope Mattstruktur mit einer Periode von 500 nm bis 1  $\mu$ m ist.

10. Folie nach einem der Ansprüche 6 bis 8,  
10 dadurch gekennzeichnet ,  
dass die Grobstruktur eine Makrostruktur mit einer Spatialfrequenz von  
weniger als 300 Linien pro mm ist.

11. Folie nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  $\dagger$   
15 dadurch gekennzeichnet ,  
dass die diffraktive Struktur einen Bereich aufweist, indem die diffraktive  
Struktur aus einer Überlagerung einer ersten Struktur zur Erzeugung eines  
optischen Effekts mit einer zweiten Struktur größerer Profiltiefe zur Orientierung  
des Flüssigkristall-Materials gebildet ist.

20

12. Folie nach Anspruch 11,  
dadurch gekennzeichnet ,  
dass die Profiltiefe der zweite Struktur wenigstens um 100 nm größer als die  
der ersten Struktur ist, wobei die Profiltiefe der ersten Struktur insbesondere einen  
25 Wert aus dem Bereich von 250 nm bis 400 nm aufweist.

13. Folie nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet ,

dass die Schicht aus einem Flüssigkristall-Material die diffraktive Struktur bereichsweise musterförmig bedeckt.

5 14. Folie nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet ,

dass eine der Schichten, insbesondere die Flüssigkristall-Schicht, bereichsweise unterschiedliche Dicke hat.

10 15. Folie nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet ,

dass Farbspiele durch gezielte Orientierungsvariationen der strukturierten Schicht erzielt werden.

15 16. Folie (2, 3) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet ,

dass die Folie eine Schutzlackschicht (25, 34) aufweist, die die Schicht (24, 33) aus einem Flüssigkristall-Material bedeckt.

20 17. Folie (8) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet ,

dass die Folie (8) eine weitere Schicht (85) mit einer weiteren optisch wirksamen diffraktiven Struktur (88) aufweist.

25 18. Folie (7) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet ,

dass eine weitere optisch wirksame diffraktive Struktur (762, 761) auf der der Schicht (74) aus einem Flüssigkristall-Material abgewandten Oberfläche der Replikationsschicht (73) eingeprägt ist.

5            19.      Folie nach Anspruch 17 oder Anspruch 18,

dadurch gekennzeichnet ,

dass die weitere optisch wirksame diffraktive Struktur die diffraktive Struktur zumindest bereichsweise überlagert.

10           20.      Folie nach einem der Ansprüche 8 bis 10,

dadurch gekennzeichnet ,

dass die weitere optisch wirksame diffraktive Struktur die weitere Schicht oder die Replikationsschicht lediglich partiell bedeckt.

15           21.      Folie nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet ,

dass die Folie ein Dünnschichtsystem (93) zur Erzeugung von Farbverschiebungen mittels Interferenz aufweist.

20           22.      Folie nach Anspruch 21,

dadurch gekennzeichnet ,

dass das Dünnschichtsystem (93) die diffraktive Struktur (96) zumindest bereichsweise überlagert.

25           23.      Folie nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet ,

dass die Transferfolie eine reflektierende Schicht, insbesondere eine metallische Schicht oder eine HRI-Schicht aufweist.

24. Folie nach Anspruch 23,

5 dadurch gekennzeichnet ,

dass die reflektierende Schicht partiell ausgebildet ist.

25. Optisches Sicherungselement (11, 12; 4) zur Sicherung von Banknoten, Kreditkarten und dergleichen, wobei das optische Sicherungselement  
10 (11, 12; 4) eine Replikationsschicht (42) aufweist,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

dass das optische Sicherungselement (11, 12; 4) weiter eine Schicht (43) aus einem Flüssigkristall-Material aufweist, die auf der Replikationsschicht (42) aufgebracht ist, und dass in die der Schicht aus einem Flüssigkristall-Material  
15 zugewandten Oberfläche der Replikationsschicht (42) eine diffraktive Struktur (46) zur Orientierung des Flüssigkristall-Materials eingeprägt ist, die zumindest zwei Teilbereiche mit unterschiedlichen Orientierungsrichtungen der eingepprägten Struktur aufweist.

20 26. Optisches Sicherungselement nach Anspruch 25,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

dass das optische Sicherungselement ein zweiteiliges Sicherungselement ist, wobei ein erstes Teilelement (11) die Replikationsschicht und die Schicht aus einem Flüssigkristall-Material aufweist und das zweite Teilelement (12) einen  
25 Polarisator zur Überprüfung des von der Schicht aus einem Flüssigkristall-Materials erzeugten Sicherheitsmerkmals aufweist.

27. Optisches Sicherungselement nach Anspruch 25,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

dass das optische Sicherungselement ein zwei- oder mehrteiliges Sicherungselement aus zwei oder mehr Teilelementen ist, wobei sowohl ein erstes Teilelement als auch ein zweites Teilelement eine Schicht aus einem Flüssigkristall-Material aufweist, die auf einer Replikationsschicht aufgebracht ist, 5 in die eine diffraktive Struktur zur Orientierung des LCP-Materials eingeprägt ist und die zumindest zwei Teilbereiche mit unterschiedlichen Orientierungsrichtungen der eingepägten Struktur aufweist, und dass das zweite Teilelement zur Überprüfung des von dem ersten Teilelement erzeugten Sicherheitsmerkmals dient.

5       **Zusammenfassung:**

Die Erfindung betrifft eine Folie (2), insbesondere eine Prägefolie,  
Laminierfolie oder Stickerfolie, sowie ein optisches Sicherungselement. Die Folie  
10 (2) weist eine Trägerschicht (21) und eine Replizierschicht (23) auf. Die Folie  
weist weiter eine Schicht (24) aus einem Flüssigkristall-Material auf, die auf die  
Replikationsschicht aufgebracht ist. In die der Schicht aus einem Flüssigkristall-  
Material zugewandten Oberfläche der Replikationsschicht ist eine diffraktive  
Struktur (27) zur Orientierung des Flüssigkristall-Materials eingeprägt, die  
15 zumindest zwei Teilbereiche mit unterschiedlichen Orientierungsrichtungen der  
eingepägten Struktur aufweist.

(Fig. 2)